

УДК 662.741.3

К вопросу продления срока службы коксовых печей
и обеспечения их герметичности

Третьяков П.В., Алексеева О.Е. /к.т.н./, Топоров А.А. /к.т.н./
(Донецкий национальный технический университет)

Викладено комплекс заходів, які дозволяють підвищити надійність елементів конструкції головочної зони коксових печей, виконати планування ремонтів з метою попередження критичного стану елементів конструкції, забезпечення герметичності стиковальних вузлів і масиву кладки простінків.

В работе изложен комплекс мероприятий, которые позволяют повысить надежность элементов конструкции головочной зоны коксовых печей, выполнить планирование ремонтов с целью упреждения критического состояния элементов конструкции, обеспечения герметичности стыковочных узлов и массива кладки простенков.

Высокая концентрация промышленных предприятий в Донецко-Приднепровском регионе и связанное с этим состояние окружающей среды обусловили важность вопросов обеспечения должного технического уровня, надежности и долговечности промышленных агрегатов. Ситуация усложняется быстрым старением основных фондов промышленных предприятий и низкими темпами их обновления и восстановления, повышаются затраты на ремонты. В результате увеличиваются частота и тяжесть последствий от аварий и экологического ущерба окружающей среде.

Особое место в сложившемся положении занимают основные тепловые агрегаты коксохимической промышленности и в первую очередь, батареи коксовых печей средний срок службы которых достигает 27 лет. В Украине функционирует 15 коксохимических производств, в эксплуатации которых находится около 60 коксовых батарей с общим количеством коксовых печей около 3000 единиц. Более 40% коксовых батарей превысили нормативный срок службы – 25 лет, а для некоторых срок службы достиг 60 лет [1].

Изучение процессов снижения надежности и долговечности камер коксования коксовых батарей актуально не только для продления срока службы этих дорогих и материалоемких объектов, но и в связи с необходимостью существенного улучшения экологичности коксового производства за счет снижения газопылевых и тепловых выбросов из названных агрегатов. В связи с этим назрела необходимость проводить анализ наиболее опасных зон и узлов таких агрегатов.

Наиболее важными узлами тепловых агрегатов с точки зрения надежной работы агрегата и экологической безопасности является их наиболее сложные конструктивные элементы: крышки, люки, узлы загрузки и выгрузки, обеспечивающие загрузку-выгрузку сырья и продукта, отвод-подвод газов, контроль, очистку, ремонт и т.д. Как правило, это узлы стыковки огнеупорных и металлических элементов. Находясь между собой в тесном контакте и взаимовлиянии, элементы узлов испытывают постоянные температурные перепады, механические и химические воздействия, одновременное влияние внутренней и внешней среды. Прогибы и трещины металлических элементов приводят к разгерметизации узлов и смещениям огнеупорной кладки, что в свою очередь, вызывает коробление рам и корпусов.

Незначительное разрушение элементов стыковочных узлов приводит к нарушению герметичности агрегата, к затруднениям при выдаче продукта из печей, существенному ухудшению его качества, а иногда к взрывам, авариям с большими экономическими потерями и выбросами в окружающую среду. Как правило, нарушение герметичности стыковочного узла приводит к нарушению стабильного протекания технологического процесса, температурного режима в этой зоне и как следствие к разрушению огнеупорной футеровки, примыкающей к узлу. Огнеупорная кладка, которая составляет основную часть материалоемкости агрегатов работает при высоких температурах протекающих процессов, испытывает периодические колебания температур, контактирует с агрессивными рабочими средами. Перечисленные воздействия, статические и динамические силовые нагрузки, другие случайные воздействия приводят к появлению дефектов, деформированию и разрушению массива огнеупорной кладки, что влечет за собой ряд негативных последствий, в том числе “забуривание” печей, отказ простенка, разгерметизация кладки и выброс в атмосферу вредных газообразных веществ.

Для предотвращения появления критических ситуаций, своевременного устранения дефектов и нежелательных явлений необходимо определение параметров надежности и герметичности элементов узла, а также прогнозировать поведение конструкции до проведения следующего этапа восстановительных работ.

Анализ различных конструкций стыковочных узлов тепловых агрегатов показал, что их можно свести к двум основным схемам: типа «крышка» - для разъёмных соединений и «труба в кладке» - для неразъёмных [2]. Для оценки надежности и герметичности стыковочных узлов конструкции были предложены критерии, разработанные на основе теории подобия и размерностей. Их количество определено количеством параметров процесса разрушения - показателя прочности элементов узла σ^M и показателя герметичность соединений $Q_{ПДВ}$. Подробно об использовании описанных критериев изложено в работах [2,3]. В результате использования такой методики оценки надежности и герметичности стыковочных узлов коксовых печей определены зоны узлов и элементы, выходящие из строя в первую очередь, и интервалы времени в процессе эксплуатации агрегата, соответствующие потере герметичности узлов [3].

Применение критериев работоспособности на практике открывает следующие новые возможности для проектировщиков и эксплуатационников: по полученным расчетным данным сопоставлять показатели надежности стыковочных узлов различных тепловых агрегатов; исследовать влияние каждого из конструктивных и физико-механических параметров на работоспособность узлов; на этапе проектирования новых конструкций и при эксплуатации существующих прогнозировать работоспособность и долговечность узлов и отдельных элементов. Предложены устройства [4,5], с использованием упругих гибких пластин в качестве элементов герметизирующих устройств вместо традиционных жестких рамок элементов уплотнения стыка дверь-рама коксовой печи, которые обеспечивают самоцентрирование двери, высокую ремонтпригодность, а также создают эффект лабиринтного уплотнения, что приводит к повышению герметичности выбросоопасных узлов камерных коксовых печей. Использование таких конструкций позволит увеличить период герметичной работы агрегата с 0,5 года до 5 лет эксплуатации.

Кроме того, проанализированы условия работы огнеупорной кладки обогревательных простенков и разрушающие воздействия на кладку камерных печей в

процессе эксплуатации. Определены виды дефектов и причины их появления. Проведенный анализ позволил выявить аспекты, которые необходимо учитывать при изучении процессов старения кладки, нарушения герметичности обогревательных простенков и моделирования протекающих процессов.

В результате анализа информации по периодическим осмотрам состояния кладки коксовых батарей различной производительности Авдеевского, Донецкого, Криворожского коксохимических заводов выявлены характеристики и последовательность возникновения дефектов, закономерности развития трещин, сколов, раковин и сквозных дефектов [6], даны количественные оценки протекающих процессов разрушения.

По интенсивности развития дефектов в различные моменты времени функционирования агрегата выделены следующие стадии:

- I. Разогрев кладки: появление поверхностных трещин.
- II. С начала эксплуатации до 3-х лет (до 1500 печевыдач): развитие трещин, появившихся на стадии разогрева; выкрашивание материальных швов; первичные проявления эрозии.
- III. Третий – пятый год эксплуатации (1500-2500 печевыдач): развитие трещин и эрозии; появление сколов на базе прежних дефектов.
- IV. Пятый – седьмой год (2500-3500 печевыдач): появление раковин, появление отдельных сквозных трещин;
- V. С седьмого года (свыше 3500 печевыдач): при недостаточных объемах восстановительных работ вероятно появление опасных дефектов – прогаров и провалов в кладке простенка, сквозных трещин и парных параллельных трещин («столбиков»).

Развитие дефектов в кладке в основном носит вероятностный характер, обусловленный довольно большим списком факторов разброса количества и качества дефектов на одном простенке к определенному моменту времени. Перечисление этих факторов можно начать с этапа изготовления огнеупорных изделий, заканчивая уровнем эксплуатации и обслуживания батарей.

Для воспроизведения процесса разрушения-восстановления кладки, прогнозирования ее технического состояния и корректирования на основе этого ремонтных работ была разработана математическая модель с использованием цепей Маркова, учитывающая циклические воздействия разрушающих факторов в процессе эксплуатации. Использование модели позволяет прогнозировать состояние кладки на межремонтный период, оценивать вероятность появления сквозных дефектов и рекомендовать межремонтный период для упреждения появления дефектов с критическими размерами [7].

Восстановление технического состояния кладки выполняют при помощи горячих и холодных ремонтов. Проводятся профилактические работы по наладке и восстановлению элементов головочной зоны коксовых батарей: регулировка нагрузки на анкерных пружинах, техобслуживание элементов дверей и рам и др [8].

В настоящее время практически на всех коксохимических производствах Украины и стран СНГ горячие ремонты и техническое обслуживание проводятся при использовании коксовых машин, что порой негативно отражается на процессе проведения ремонтов и их

качестве. Причин несколько. Во-первых, вероятно не своевременное выполнение ремонтных работ. Во-вторых, коксовые машины спроектированы для выполнения конкретных операций направленных на обслуживание технологического процесса. При выполнении ремонтов с площадок машин некоторые узлы головочной зоны остаются труднодоступными. Соответственно, качество ремонта и соблюдение технологии восстановительных работ могут быть не выдержаны. И еще один, связанный с этим недостаток, ухудшение условий работы ремонтного персонала.

Таким образом, для проведения всех этих работ предложено использовать специализированную машину для технического обслуживания и ремонтов элементов конструкции головочной зоны коксовых батарей [9]. Многофункциональная ремонтная машина позволит избежать перечисленных трудностей и обеспечить качество проводимых ремонтов. Использование машины для комплексного обслуживания элементов головочной зоны коксовых батарей имеет следующие преимущества: организация ремонтных работ и техобслуживания независимо от наличия свободных коксовых машин; снижение времени на подготовительную часть при проведении горячих ремонтов и других работ по техобслуживанию узлов конструкции; обеспечение высокого уровня ремонтных работ; изолирование огнеупорной кладки простенков от окружающей среды при проведении горячих ремонтов; улучшение условий работы ремонтного персонала.

Таким образом, комплекс изложенных мероприятий позволяет повысить надежность элементов конструкции головочной зоны коксовых печей, выполнить планирование восстановительных работ с целью упреждения появления критического состояния элементов конструкции, обеспечить герметичность стыковочных узлов и массива кладки простенков.

Литература

1. Сухоруков В.И., Швецов В.И. Состояние коксового печного фонда стран СНГ // Кокс и химия. 2003. №1. С.36-45.
2. Алексеева О.Е. Оценка работоспособности тепловых агрегатов при проектировании // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь, 2003. – Вып.7. – С. 178-183.
3. Парфенюк А.С., Алексеева О.Е., Третьяков П.В. Пути модернизации выбросоопасных узлов тепловых агрегатов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 137(11) – Донецьк: ДонНТУ, 2008. С. 178-182.
4. Патент N 52037 Украины. МПК6 C10B25/16. Устройство уплотнения двери коксовой печи / Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Власов Г.А. Алексеева О.Е. Заявлено 18.01.02; решение о выдаче патента 16.12.02.
5. Патент N 54132 Украины. МПК6 C10B25/16. Устройство уплотнения двери коксовой печи / Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Власов Г.А., Алексеева О.Е. Заявлено 22.05.02; решение о выдаче патента 17.02.03.
6. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традиционных динасовых огнеупоров // Кокс и химия. 2004. № 8. С.14-19.
7. Третьяков П.В. Моделирование процесса разрушения кладки простенков коксовых батарей // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 95 – Донецьк: ТОВ «Друк-Інфо», 2005. С. 130-136.

8. Сухоруков В.И., Швецов В.И., Чемарда Н.А. Ремонт кладки и армирующего оборудования коксовых батарей. Екатеринбург: ВУХИН, 2004. – 482 с.
9. Белов П.С., Третьяков П.В. К вопросу обслуживания и ремонтов элементов конструкций коксовых батарей // IV Міжнародна наукова конференція аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів". Збірка доповідей. Т.1. Донецьк, 2005. С.151-152.